

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.6, n.1, p.105-112, jan.-mar., 2011

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 861 – 16/03/2010 *Aprovado em 02/12/2010

DOI:10.5039/agraria.v6i1a861

Taciana L. Azevedo¹

Anabel A. de Mello¹

Robério A. Ferreira¹

Carlos R. Sanquetta^{2,3}

Nelson Y. Nakajima²

Equações hipsométricas e volumétricas para um povoamento de *Eucalyptus* sp. localizado na FLONA do Ibura, Sergipe

RESUMO

A utilização de ferramentas simplificadas que permitam a obtenção de valores precisos do volume de madeira é essencial para o planejamento florestal. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi selecionar equações hipsométricas e volumétricas para um povoamento de aproximadamente 16 ha de *Eucalyptus* sp., localizado na Floresta Nacional do Ibura, Nossa Senhora do Socorro-SE. Para isso foi realizado um censo, em que foi medida a circunferência a 1,30 m do solo de todas as árvores do povoamento. Os dados foram agrupados em classes diamétricas com amplitude de 5 cm e 36 árvores foram selecionadas para realização da cubagem. A partir dos pares de dados reais da altura e diâmetro, obtidos através da cubagem, foi possível ajustar modelos hipsométricos e volumétricos. O modelo que apresentou melhor relação da altura com o diâmetro foi o modelo linear simples. Já para o volume com casca e sem casca, o modelo de Schumacher-Hall foi o que apresentou os melhores resultados. Os gráficos de resíduo mostraram uma coerente distribuição dos pontos, em ambos os lados da linha zero, mostrando que existe homogeneidade na variação entre os dados reais e os estimados.

Palavras-chave: Análise de modelos, cubagem, método de Smalian.

Hypsometric and volumetric equations for a *Eucalyptus* sp stand, located in Ibura National Forest, Sergipe

ABSTRACT

The use of simplified tools that allow obtaining precise values of wood volume is essential in forest planning. Thus, the objective of this study was to select volumetric and hypsometric equations for a stand of *Eucalyptus* sp. with an area of approximately 16 ha, located at Ibura National Forest, Nossa Senhora do Socorro, Sergipe, Brazil. For this purpose, a census of the eucalypt stands was carried out, measuring the circumference at breast height of all trees. The data were grouped in diameter classes with 5 cm width and 36 trees were selected to perform volume calculations. From the pairs of actual data of height and diameter, obtained by the volume calculation method, it was possible to fit the hypsometric and volumetric models. The model that presented the best height-diameter ratio was the simple linear model. For the volume with and without bark, the model of Schumacher-Hall showed best results. The residual graphical analysis showed a homogeneous and uniform distribution of points on both sides of origin line, showing a satisfactory correspondence between actual and estimated data.

Key words: Model analysis, volume calculation, Smalian's method.

¹ Universidade Federal de Sergipe, Cidade Universitária Prof. "José Aloísio de Campos", Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil. Fone (79) 2105-6982. E-mail: taciana_azevedo@yahoo.com.br; anabel_mello@yahoo.com.br; raf@ufs.br

² Universidade Federal do Paraná, Depto de Ciências Florestais, Av. Prefeito Lothário Meissner, 900, Campus III/UFPR-CIFLOMA, Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba-PR, Brasil. Fone: (41) 3360-4217/4264. Fax: (41) 3360-4231/4338. E-mail: sanquetta@ufpr.br; nelson.nakajima@ufpr.br

³ Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma grande diversidade de ecossistemas florestais devido a sua grande área física e à variação de clima e de solos existentes no seu território (Leitão Filho, 1987). Contudo, as florestas brasileiras têm sofrido um grande processo de devastação nos últimos tempos, principalmente as tropicais, devido às ações antrópicas, como agropecuária, comércio e extração de madeiras, entre outros (Fávaro & Stipp, 2003).

As plantações florestais devem ser consideradas como uma forma de ajudar a reduzir as ações impactantes provocadas às florestas naturais, pois elas seriam a fonte de matéria-prima de inúmeras indústrias florestais, além de possuírem papel ecológico importante no que se refere ao sequestro de carbono atmosférico, contribuindo para a minimização do efeito estufa.

A Floresta Nacional (FLONA) é uma unidade de uso sustentável, que concilia a conservação da natureza com a utilização sustentável dos recursos naturais, tendo como objetivo básico o uso múltiplo desses recursos e a pesquisa científica, com ênfase na exploração sustentável das florestas nativas (REDEPROUC, 2007). Em Sergipe existe apenas uma FLONA, conhecida como Floresta Nacional do Ibura (FLONAI), que teve sua criação realizada por decreto em dezembro de 2005 e fundamentada pela Lei 9.985 de 18 de Julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (MMA, 2006). Ela foi criada por decreto em 19 de setembro de 2005, com o objetivo de promover o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais, a manutenção de banco de germoplasma *in situ* de espécies florestais nativas, a manutenção e a proteção dos recursos florestais e da biodiversidade, a recuperação de áreas degradadas e a pesquisa científica (Silva et al., 2008). Segundo Santos (2001), a topografia predominante na área da Floresta Nacional do Ibura é a de relevo suave ondulado, com elevações de altitudes na ordem de 22m apresentando declives de 3 a 8%. Os solos do tipo vertissolos são predominantes, com ocorrência de podzólicos vermelho-amarelos e rendizinas.

Antes da criação da FLONAI foram plantadas na área espécies de *Eucalyptus* que, atualmente, precisam ser aproveitadas de maneira sustentável, sem causar danos à biodiversidade local. A quantificação do volume de madeira em povoamentos florestais é imprescindível para implementar planos de manejo florestal sustentável (Leite & Andrade, 2002). Porém, para estimar o volume, a partir de medidas de fácil obtenção como o diâmetro à altura do peito (DAP), é importante desenvolver e aplicar equações hipsométricas e volumétricas (Parent & Moore, 2003).

A estimativa da produção volumétrica de madeira de uma floresta normalmente é realizada por meio de inventário florestal, utilizando-se a amostra como base para se fazer inferências sobre seus parâmetros, tais como diâmetro, altura, volume e número de árvores por hectare (Machado et al., 2000). Como medir a altura das árvores é um processo exaustivo e sujeito a erros, é pertinente empregar métodos estimativos ou equações hipsométricas. Para desenvolver equações hipsométricas é necessário medir pares de valores

de DAP e altura e ajustar as equações através de métodos de regressão e análises estatísticas. No tocante ao volume, algumas árvores são abatidas através do processo conhecido como cubagem, para, posteriormente, com esses dados, ajustar equações de regressão para obtenção do volume de um povoamento florestal (Couto et al., 1989). De acordo com Guimarães & Leite (1996), o emprego de equações volumétricas constitui o procedimento mais eficiente para a quantificação da produção em volume de um povoamento florestal.

Apesar da eficiência de alguns modelos, nem sempre se ajustam a todas as espécies e condições, sendo recomendável testá-los por meio de estatísticas adequadas identificando o melhor para cada caso (Thomas et al., 2006). A escolha de equações é uma fase importante no trabalho do inventário florestal, já que qualquer erro de tendência na estimativa do volume por árvore terá reflexos na estimativa da população, causando uma sub ou superavaliação da produção (Campos et al., 1985).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de desenvolver equações hipsométricas e volumétricas para um povoamento de *Eucalyptus* sp, plantado na FLONAI, as quais serão aplicadas no plano de manejo desta Unidade de Conservação, assim como em outros povoamentos com características similares.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O local de estudo está situado no leste sergipano, às margens da rodovia BR 101, km 85, no município de Nossa Senhora do Socorro, Estado de Sergipe, a aproximadamente 11 km de Aracaju. A FLONAI - Floresta Nacional do Ibura - está localizada no domínio da Mata Atlântica e compreende formações de Floresta Estacional Semidecidual nos estágios avançado e médio de regeneração e do ecossistema associado Manguezal. A cobertura vegetal está representada em 81% por Mata Atlântica, 6% por Manguezal, 9% por plantações de eucalipto e Pinus, e 4% por pastagens (Santos, 2001).

Os *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp., foram plantados sem espaçamento definido e encontram-se com aproximadamente 35 anos de idade. Essas árvores são grossas e apresentam-se inclinadas (todas na mesma direção), provavelmente pela incidência de ventos predominantes, associado a outros fatores ambientais e genéticos.

A Flona Nacional do Ibura localiza-se a 10°51'13" de latitude sul e 37°07'30" de longitude oeste, com altitude de 10 metros. A precipitação e a temperatura média anual da região são 1.689 mm e 25,2 °C, respectivamente. O clima da região é Megatérmico seco e subúmido, com um a três meses secos, além de moderado excesso de inverno, caracterizado por um período de chuva entre os meses de março e agosto (SEPLANTEC-SUPES, 1997).

Coleta de dados

Foi realizado um censo em uma área de aproximadamente

16 ha, com plantio de *Eucalyptus* sp., em que foi medida a circunferência à altura do peito (CAP), tomada a 1,3m de altura, de todas as árvores do povoamento, empregando-se fita métrica. As árvores mensuradas foram marcadas logo após a medição da variável.

Logo após a transformação das circunferências para diâmetros os dados foram agrupados em classes diamétricas com amplitude de 5 cm e, após, foram selecionadas, derrubadas e cubadas 36 árvores pelo método de Smalian. Tomaram-se medidas de diâmetro a 0,3; 0,7; 1,3 m passando a ser nominalmente de 2 em 2 metros, até a altura final das árvores. Os diâmetros das seções foram medidos com suta. Os cálculos de volume foram realizados por seção e, após, através do somatório das seções, foi obtido o volume total por árvore. A espessura da casca de cada seção foi medida para o cálculo do volume sem casca.

Após a obtenção dos volumes e das alturas das árvores foram ajustados modelos hipsométricos e volumétricos para a estimativa da altura e do volume das árvores de *Eucalyptus* sp.

Ajuste dos modelos

Modelos hipsométricos

Foram testados os seguintes modelos hipsométricos:

Modelo 1: $\ln h = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{dap} + \epsilon_i$ (Stoffels)

Modelo 2: $\ln h = \beta_0 + \beta_1 / \text{dap} + \epsilon_i$ (Curtis)

Modelo 3: $h = \beta_0 + \beta_1 \text{dap} + \beta_2 \text{dap}^2 + \epsilon_i$ (Parábola)

Modelo 4: $h = \beta_0 + \beta_1 \text{dap} + \epsilon_i$ (Reta)

Modelo 5: $h = \beta_0 + \beta_1 \text{dap} + \beta_2 \text{dap}^2 + \beta_3 \text{dap}^3 + \epsilon_i$

Modelo 6: $h = \beta_0 + \beta_1 / \text{dap}^2 + \epsilon_i$

Em que: h = altura comercial da árvore (m), dap = diâmetro medido a 1,30 m do solo (cm), \ln = logaritmo neperiano, ϵ_i = erro associado e β_0 , β_1 e β_2 = parâmetros a serem estimados.

Modelos volumétricos

Para o ajuste do volume foram testados os seguintes modelos:

Modelo 1: $V = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \epsilon_i$ (Kopecky – Gehhardt)

Modelo 2: $V = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \epsilon_i$ (Hohenadl e Krenn)

Modelo 3: $V = \beta_0 + \beta_1 d^2 h + \epsilon_i$ (Spurr)

Modelo 4: $V = \beta_0 + \beta_1 d_2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 h + \epsilon_i$ (Stoate)

Modelo 5: $V = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \beta_3 dh + \beta_4 d^2 h + \beta_5 h + \epsilon_i$ (Meyer)

Modelo 6: $\ln V = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 \ln h + \epsilon_i$ (Schumacher-Hall)

Critério de seleção do melhor modelo

Para a seleção do melhor modelo foram observados os seguintes critérios estatísticos: a) análise da variância; b) coeficiente de determinação ajustado (R^2); c) erro padrão da estimativa em m^3 (Syx) e em percentagem (Syx%) e, d) análise gráfica dos resíduos, para verificar a ocorrência ou não de tendências nas estimativas da variável dependente.

Para a realização dos ajustes foi utilizado o software Statgraphics versão 5.1 (Statgraphics, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área do inventário foram medidas 790 árvores, sendo que 29 estavam mortas, 9 estavam derrubadas e 16 apresentavam bifurcações. A distribuição das árvores por classe diamétrica, assim como o número de árvores cubadas em cada classe, está apresentada na Tabela 1.

As 36 árvores cubadas foram escolhidas aleatoriamente nas diferentes classes diamétricas para uma maior abrangência da variabilidade.

Equações hipsométricas

Os resultados dos ajustes das equações mostraram-se não satisfatórios para todos os modelos testados (Tabela 2). Este fato se deve à baixa correlação da variável dependente (altura) com a independente (diâmetro). Uma das possíveis razões seria que esse povoamento apresenta árvores de idades diferentes, sem um espaçamento definido e sem ocorrência de tratos silviculturais, como desrama e desbaste, o que o torna mais heterogêneo.

Tabela 1. Variáveis do inventário e da cubagem do povoamento de *Eucalyptus* sp. localizado na Floresta Nacional do Ibura (FLONAI)

Table 1. Inventory and volume calculation data variables of the *Eucalyptus* sp. stand, located in Ibura National Forest (FLONAI)

Classe diamétrica (cm)	Número de árvores cubadas	Frequência	Área basal (m^2)
0-5	0	1	0,00049
5-10	0	1	0,00442
10-15	0	8	0,09817
15-20	1	13	0,31269
20-25	1	22	0,87474
25-30	1	57	3,38556
30-35	2	55	4,56267
35-40	5	92	10,16109
40-45	7	118	16,73978
45-50	5	117	20,73304
50-55	4	76	16,45213
55-60	3	75	19,47542
60-65	2	54	16,56699
65-70	2	31	11,09326
70-75	2	31	12,79757
75-80	1	18	8,49114
80-85	0	10	5,34562
85-90	0	6	3,60792
90-95	0	6	4,03204
95-100	0	2	1,49324
100-105	0	4	3,30064
105-110	0	1	0,90763
110-115	0	0	0,00000
115-120	0	1	1,08434
120-125	0	0	0,00000
125-130	0	1	1,27676
Total	36	790	162,69000

O modelo que apresentou melhores resultados para o ajuste da equação hipsométrica foi o linear simples. Nele obteve-se o melhor resultado tanto para o coeficiente de determinação, que foi de 0,1716, como para o erro padrão da estimativa (27,50 %). Em relação à estatística F, verifica-se que

os valores foram significativos em todos os seis modelos estudados (Tabela 2).

Ao realizar a verificação da regressão, mediante a uma análise gráfica dos resíduos observou-se que não houve diferença expressiva entre os modelos testados (Figura 1).

Tabela 2. Estatísticas de ajuste dos modelos de altura em povoamento de *Eucalyptus* sp. localizado na Floresta Nacional do Ibura (FLONAI)

Table 2. Fitting statistics of height models in an *Eucalyptus* sp. stand located in Ibura National Forest (FLONAI)

Modelo	Coeficiente				R^2_{Aj}	$S_{yx}\%$	F
	β_0	β_1	β_2	β_3			
1	1,5237	0,386577			0,1294	27,76	9,32
2	3,36933	-15,9007			0,1201	28,16	7,51
3	10,9869	0,248579	-0,0006941		0,1600	27,69	6,33
4	13,349	0,162562			0,1716	27,50	12,60
5	22,8449	-0,388063	0,00944101	-0,0000475022	0,1560	27,76	4,45
6	24,742	-5911,24			0,0958	28,73	6,93

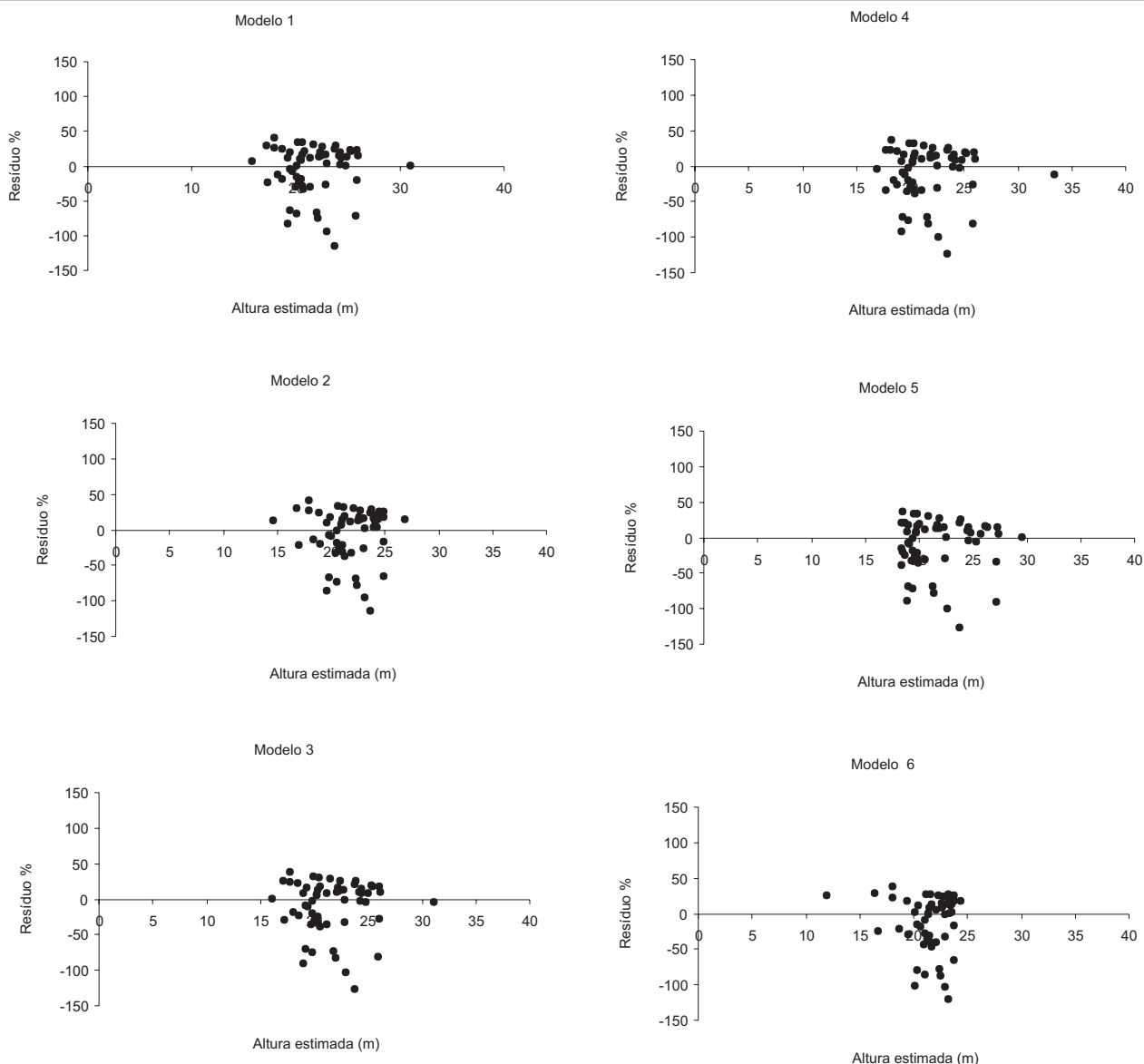


Figura 1. Gráficos dos resíduos em percentagem em função da altura estimada em povoamento de *Eucalyptus* sp. localizado na Floresta Nacional do Ibura
Figure 1. Residues graphical analysis in percentage in function of the estimated height an *Eucalyptus* sp. stand located in Ibura National Forest

Equações volumétricas

Os coeficientes de ajuste dos modelos de volume com e sem casca estão apresentados nas Tabelas 3 e 5, respectivamente. Para o volume com casca, na análise de variância, utilizando-se um nível de probabilidade de 99%, os valores de F calculado apresentaram-se superiores aos de F tabelado para todos os modelos, mostrando que estes são significativos (Tabelas 4 e 6). O volume com casca e o sem casca apresentaram o mesmo comportamento.

Os coeficientes de determinação ajustados variaram de 0,7483 a 0,8745 para o volume com casca e de 0,7470 a 0,8737 para o volume sem casca (Tabelas 4 e 6).

Os resultados do coeficiente de determinação de modelos volumétricos para plantações florestais encontrados em outros trabalhos quase sempre se situam próximos de 0,9, como em Santana et al. (2005), no qual foi

testado o modelo de Schumacher-Hall com algumas transformações para um plantio de *Eucalyptus grandis* no estado de São Paulo, e o de Thomas et al. (2006), que compararam nove equações de volume, entre elas a de Schumacher-Hall, para um plantio de *Pinus taeda* L. no estado de Santa Catarina.

Das seis equações testadas, a que apresentou melhor ajuste, tanto para o volume com casca como para o sem casca, foi a equação de Schumacher-Hall (Modelo 6), apresentando maior coeficiente de determinação ajustado (0,8745 e 0,8737) e menor erro padrão da estimativa em percentagem ($S_{yx}\%$ = 10,3672 e 10,4276).

Os modelos de simples entrada (1 e 2) apresentaram os maiores valores de $S_{yx}\%$ e os menores valores para o coeficiente de determinação em relação aos de dupla entrada (3 a 6). Segundo Rolim et al. (2006), os modelos de simples

Tabela 3. Coeficientes de ajuste dos modelos de volume com casca em povoamento de *Eucalyptus* sp., localizado na Floresta Nacional do Ibura (FLONA)

Table 3. Fitting coefficients for the bark volume models in an *Eucalyptus* sp. stand located in Ibura National Forest (FLONA)

Modelo	Coeficiente					
	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
1	0,0847373	0,0007988				
2	-0,8831930	0,0414846	0,0003838			
3	0,2629930	0,0000391				
4	0,1158530	0,0003357	0,0000261	-0,0032041		
5	1,3659700	-0,0493548	0,0008091	0,0044966	-0,0000176	-0,1142720
6	-9,0866900	2,0904400	0,5676250			

Tabela 4. Estatísticas de ajuste dos modelos de volume com casca em povoamento de *Eucalyptus* sp., localizado na Floresta Nacional do Ibura (FLONA)

Table 4. Fitting statistics for the bark volume models in an *Eucalyptus* sp. stand, located in Ibura National Forest (FLONA)

Modelo	R^2_{aj}	$S_{yx}\%$	F	F tab
1	0,7499	30,1504	105,95	7,46
2	0,7482	30,2507	53,02	5,33
3	0,8029	26,7659	143,58	7,46
4	0,8385	24,2272	61,58	4,49
5	0,8308	24,7971	35,38	3,70
6	0,8745	10,3672	122,91	5,33

Tabela 5. Coeficientes de ajuste dos modelos de volume sem casca em povoamento de *Eucalyptus* sp., localizado na Floresta Nacional do Ibura (FLONA)

Table 5. Fitting coefficients for the no-bark volume models in an *Eucalyptus* sp. stand located in Ibura National Forest (FLONA)

Modelo	Coeficiente					
	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5
1	0,0819408	0,0007934				
2	-0,8748100	0,0410054	0,0003832			
3	0,2590000	0,0000388				
4	0,1102290	0,0003343	0,0000258	-0,0030326		
5	1,3720500	-0,0498797	0,0008131	0,0045049	-0,0000179	-0,1142640
6	-9,1162100	2,0945900	0,5694300			

entrada de Kopecky-Gehrardt e de Hohenald-Krenn são tendenciosos, o que pode explicar os baixos valores de R^2 e os altos de S_{yx} .

O gráfico de resíduo é de grande utilidade na escolha do modelo, critério este que não deve ser observado isoladamente, mas sim aliado aos valores do R^2 ajustado e do $S_{yx}\%$, de forma a verificar o comportamento do modelo matemático em toda a linha de regressão. Analisando-se este critério, foi possível notar que há uma coerente distribuição dos pontos, em ambos os lados da linha zero (linha de

regressão), mostrando que existe uma homogeneidade da variação entre os dados reais e os estimados (Figura 2).

Os gráficos dos resíduos (Figuras 2 e 3) apresentaram uma grande semelhança entre os modelos testados. Portanto, considerando-se primeiramente o valor de R^2_{aj} e $S_{yx}\%$, dentre todos, o modelo 6 apresentou melhor qualidade de ajuste. Assim, as equações: $\ln V = -9,08669 + 2,09044 \ln d + 0,567625 \ln h$ (com casca) e $\ln V = -9,11621 + 2,09459 \ln d + 0,56943 \ln h$ (sem casca), foram então selecionadas como as melhores neste estudo.

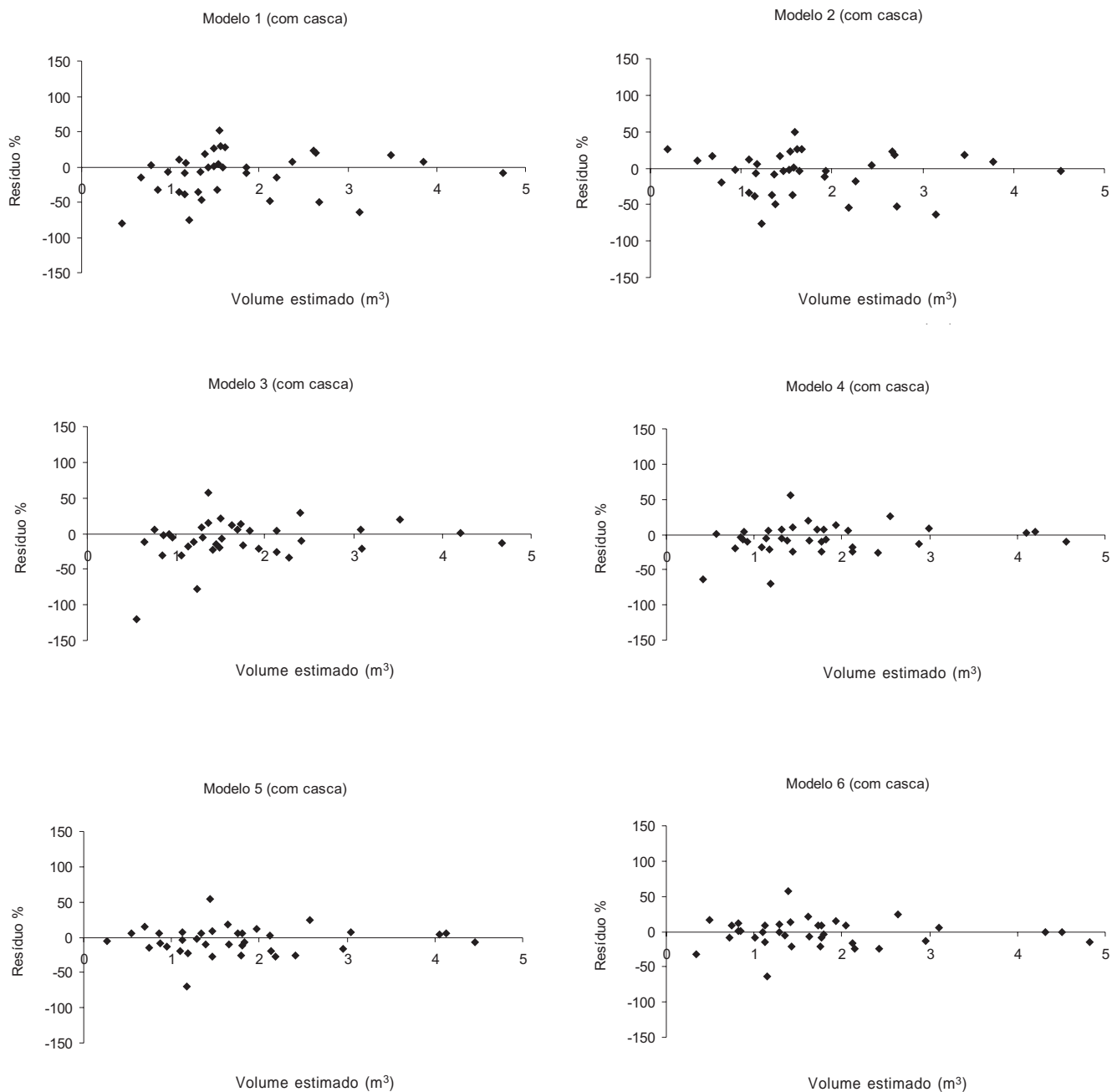


Figura 2. Resíduos em percentagem em função do volume estimado em povoamento de *Eucalyptus* sp, localizado na Floresta Nacional do Ibura (FLONAI)

Figure 2. Percentage residues in function of the estimated volume in an *Eucalyptus* sp. stand located in Ibura National Forest (FLONAI)

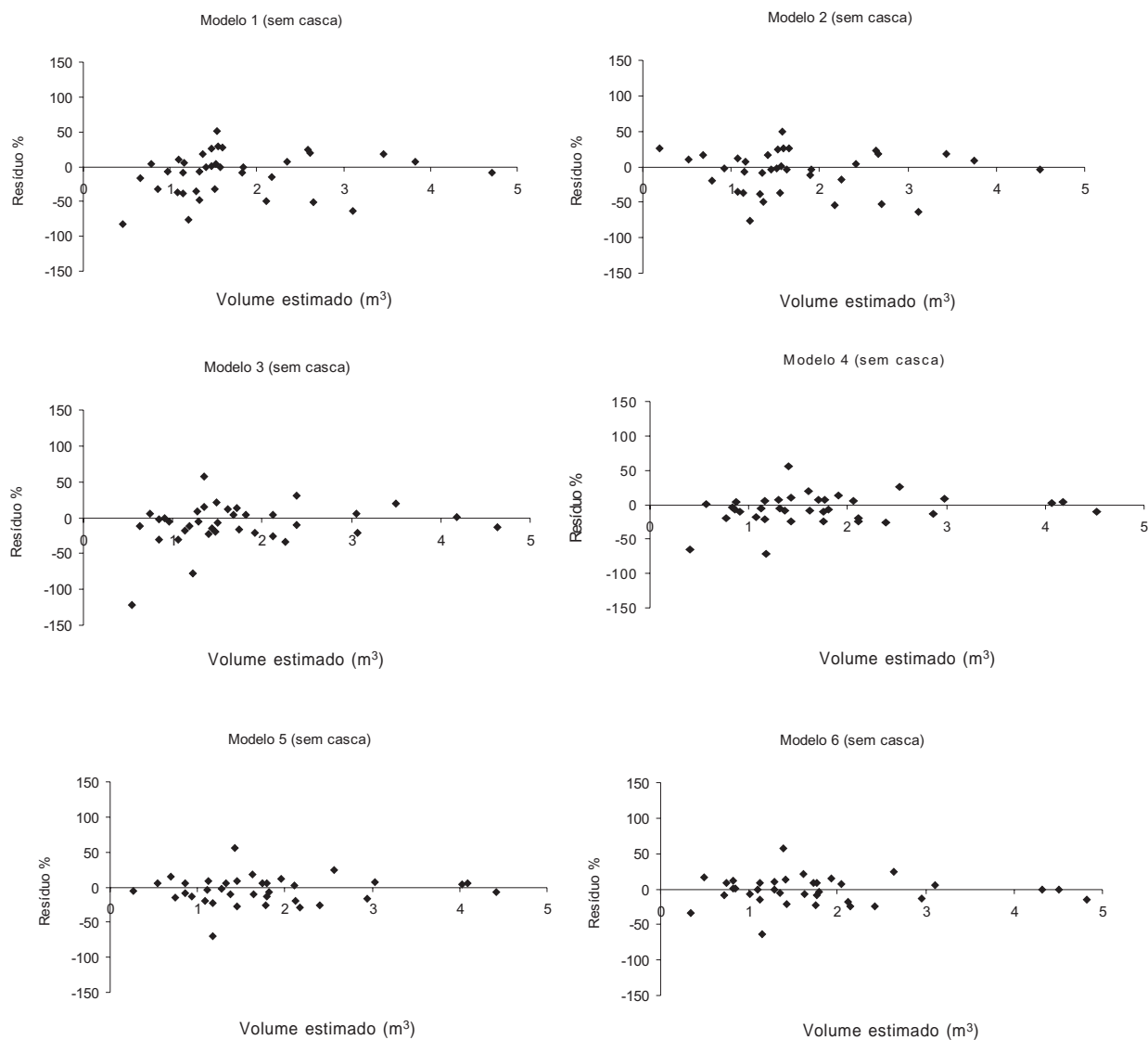


Figura 3: Resíduos em percentagem em função do volume estimado em povoamento de *Eucalyptus* sp., localizado na Floresta Nacional do Ibura (FLONAI)

Figure 3: Percentage residues in function of the estimated volume in an *Eucalyptus* sp. stand located in Ibura National Forest (FLONAI)

Tabela 6. Parâmetros estatísticos obtidos pelo ajuste dos modelos de volume sem casca em povoamento de *Eucalyptus* sp. localizado na Floresta Nacional do Ibura (FLONAI)

Table 6. Statistic parameters obtained by the fitting of the no-bark volume models in an *Eucalyptus* sp. stand, located in Ibura National Forest (FLONAI)

Modelo	R^2_{Aj}	$S_{yx}\%$	F	F tab
1	0,7488	30,2799	105,31	7,46
2	0,7470	30,3856	52,67	5,33
3	0,8017	26,9028	142,48	7,46
4	0,8371	24,3790	60,97	4,49
5	0,8293	24,9565	35,02	3,70
6	0,8737	10,4276	122,09	5,33

CONCLUSÕES

O ajuste de equações hipsométricas mostrou baixo desempenho devido à baixa associação entre *DAP* e altura das árvores dos povoamentos de *Eucalyptus* sp. na Floresta Nacional do Ibura.

Das equações hipsométricas testadas nenhuma se mostrou adequada para o inventário florestal da Floresta Nacional do Ibura, recomendando-se testar outros modelos.

O modelo volumétrico que apresentou o melhor ajuste tanto para o volume com casca quanto sem casca foi o modelo de Schumacher-Hall.

LITERATURA CITADA

- Campos, J.C.C.; Trevizol Júnior, T.L.; Paula Neto, F. Ainda, sobre a seleção de equações de volume. *Revista Árvore*, v.9, n.2, p.115-126, 1985.
- Couto, H.T.Z.; Batista, J.L.F.; Rodrigues, L.C.E. Mensuração e gerenciamento de pequenas florestas. *Documentos Florestais*, n. 5, p. 1-37, 1989.
- Fávaro, F.L.; Stipp, N.A.F. Análise dos remanescentes florestais da Bacia do Ribeirão dos Apertados, a partir de imagens de LANDSAT. *Revista Geografia*, v.12, n.2, p.87-96, 2003.
- Guimarães, D.P.; Leite, H.G. Influência do número de árvores na determinação de equação volumétrica para *Eucalyptus grandis*. *Scientia Forestalis*, n.50, p.37-42, 1996.
- Leitão Filho, H. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil. *IPEF*, n.35, p.41-46, 1987.
- Leite, H.G.; Andrade, V.C.L. Um método para condução de inventários florestais sem o uso de equações volumétricas. *Revista Árvore*, v.26, n.3, p.321-328, 2002. [Crossref](#)
- Machado, S.A.; Mello, J.M.; Barros, D.A. Comparação entre métodos para avaliação de volume total de madeira por unidade de área, para o pinheiro do Paraná, na região sul do Brasil. *Cerne*, v.6, n.2, p.55-66, 2000.
- Ministério do Meio Ambiente - MMA. SNUC: Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. 6ªed. Brasília: MMA/SBF, 2006. 56p.
- Parent, D.R.; Moore, J.A. A stand volume equation for cruising small-dia-meter material. *Journal of Forestry*, v.110, n.5, p.5-6, 2003.
- Rede Nacional Pró-unidades de Conservação - REDEPROUC. Unidades de conservação: categorias. 2007. <http://www.redeprouc.org.br/unidades.asp>. 27 Jan. 2009.
- Rolim, S.G.; Couto, H.T.Z.; Jesus, R.M.; França, J.T. Modelos volumétricos para a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquirí, Serra dos Carajás (PA). *Acta Amazônica*, v.36, n.1, p.107-114, 2006. [Crossref](#)
- Santana, C.; Mello, A.A.; Eisfeld, R.L.; Sanquetta, C.R. Sistema de equações para simulação do crescimento e da produção em povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden. sem desbaste baseado no modelo de Clutter. *Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais*, v.1, n.2, p.239-256, 2005.
- Santos, E.B. Influência associada da cobertura vegetal e solo sobre qualidade dos mananciais hídricos do Horto do Ibura, São Cristóvão, 2001. Sergipe: Universidade Federal de Sergipe, 2001. 50p. Monografia Especialização.
- Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia - SEPLANTEC/ Superintendência de Estudos Especiais - SUPES. Perfis municipais. Aracaju: SEPLANTEC/SUPES, 1997. 75v.
- Silva, C.E.; Pinto, J.B.; Gomes, L.J. Ecoturismo na Floresta Nacional do Ibura como potencial fomento de sociedades sustentáveis. *Revista Nordestina de Ecoturismo*, v.1, n.1, p.6-17, 2008.
- Statgraphics. Statgraphics Plus for Windows Version 5.1. Rockville, MD: Manugistics, Inc., 2001.
- Thomas, C.; Andrade, C.M.; Schneider, P.R.; Finger, C.A.J. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. *Ciência Florestal*, v.16, n.3, p.319-327, 2006.